

## **ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА В АНАЛИЗЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ**

*Хейдоров В.П., Титорович О.В.*

*УО « Витебский государственный ордена Дружбы народов  
медицинский университет »*

Многие химические реакции, которые используются при идентификации и количественном определении лекарственных средств протекают в кинетическом режиме и могут быть использованы для разработки кинетических методов в фармацевтическом анализе.

Использование химической кинетики в анализе веществ основано на прямых измерениях скорости реакций и закономерностях физической и химической динамики процессов.

Если термодинамика процесса позволяет ответить на вопросы о возможности и направлении реакций, и как в ходе превращения веществ изменяется полная энергия системы. То химическая кинетика отвечает на такие вопросы, на которые термодинамика не может ответить: какой механизм лежит в основе превращения реагирующих веществ в конечные продукты, сколько времени занимает этот процесс, какими свойствами обладают промежуточные соединения, образующиеся и расходуемые в ходе реакции, какова энергия их образования и разрушения. От-

ромное число методов современной аналитической химии базируются на кинетических параметрах, получаемых из расчетов скорости реакции, как функций изменения концентрации данных реагентов или продуктов во времени.

Знание термодинамических и кинетических параметров, а также констант и закономерностей превращения веществ позволяет обосновать механизм реакций и в дальнейшем использовать их для практических целей, в частности для разработки кинетических методов.

И так, скорость химических реакций является важнейшей кинетической характеристикой протекания химической реакции. За время протекания процесса концентрации продуктов и исходных веществ меняются и постепенно приближаются к постоянным значениям по мере завершения реакции. Основная задача химической кинетики заключается в изучении взаимосвязи между концентрациями и скоростями их изменения. Следовательно, время всегда играет главнейшую роль в кинетических измерениях, поэтому следует особенно тщательно и точно воспроизводить условия проведения реакций.

Кинетический закон скорости или кинетическое уравнение скорости реакции связывает скорость реакций в любой момент времени с концентрацией всех веществ, от которых она зависит. Например, если реакция  $A + B \rightarrow P$ , где A и B – исходные вещества, P – продукт реакции. Тогда кинетическое уравнение скорости  $V = K \cdot c(A) \cdot c(B)$ , где K – константа скорости и представляет скорость реакции при концентрациях веществ A и B, равных единице.

Важными составляющими химической кинетики являются молекулярность реакций (моно-, би-, тримолекулярные), а также порядок реакций (нулевой, первый и второй), третий в практике встречается редко. Общий порядок реакций представляет собой сумму показателей степени при концентрациях, входящих в кинетическое уравнение. Порядок реакций находят экспериментально для конкретных условий. Найденный порядок реакций используют для установления кинетического уравнения скорости и расчета константы скорости.

Кинетические уравнения скорости используют для расчета констант скорости разного порядка, прогнозирования скорости реакции при данных условиях или времени, необходимого для завершения реакции до определенной степени. Кроме этого, с помощью кинетических уравнений о лимитирующих и быстрых стадиях можно определять элементарные стадии, через которые проходит реакция. Это, в свою очередь, позволяет понять, как и почему проходит данная реакция и по какому механизму. Механизм, соответствующий уравнению реакции и экспериментальным кинетическим данным, включает элементарные стадии, каждая из которых согласуется с химическими и структурными особенностями исследуемых веществ.

Следующим важным параметром для описания кинетики реакций является время полупревращения веществ для соответствующего порядка реакции. Этот параметр характеризует время, необходимое для изменения концентрации реагирующих веществ вдвое ( $t_{1/2}$ ).

Существенно, установить по какому механизму протекает реакция - по простому в одну стадию или сложному, через ряд последовательных, параллельных, конкурирующих реакций и т.д.

Некоторые реакции протекают так быстро, что любое столкновение между частицами может привести к образованию продуктов. Другие реакции протекают значительно медленнее. С точки зрения химической кинетики существуют две

больше группы реакций - медленные (время полупревращения  $> 10$  секунд) и быстрые (время полупревращения менее 10 с).

Скорость реакций может меняться (увеличиваться или уменьшаться) в присутствии веществ, ускоряющих и замедляющих, а также под влиянием pH среды, температуры и др.

В химической кинетике температура оказывает сильное влияние на скорость реакций. Поэтому при аналитических измерениях температуру необходимо строго контролировать. Уравнение Аррениуса, которое широко используется в химической кинетике, выражает зависимость энергии активации от температуры, а константа скорости зависит от энергии активации.

Кратко рассмотренные представления и параметры химической кинетики составляют основу при разработке кинетических методов качественного и количественного определения веществ, в том числе при анализе лекарственных средств. Для определения химических соединений при помощи кинетических методов требуется прямо или косвенно измерять скорость реакции, которая связана с природой и концентрациями испытуемых веществ и реагентов. При этом измеряют изменение концентрации реагирующих веществ или продуктов их взаимодействия как функцию времени в экспериментальных условиях, соответствующих реакции установленного порядка. В итоге строят график этой зависимости, представляющий собой возрастающую (для продукта реакции) или убывающую (для исходного вещества) кинетическую кривую.

Кинетические методы позволяют проводить определение как индивидуальных веществ, так и одновременное определение двух или более соединений в смесях. Такие методы основаны на применении дифференциальных или интегральных уравнений реакций соответствующего кинетического порядка.

Таким образом, измерение скоростей реакции позволяет эффективно решать извечную аналитическую задачу анализа смесей компонентов близких по химическим свойствам. Кинетические методы одновременного определения соединений в смесях основываются на различии скоростей, с которыми испытуемые вещества вступают в реакцию с аналитическим реагентом.

Эти методы нередко обладают высокой селективностью, чувствительностью, быстротой выполнения и позволяют определять состав лекарственных веществ в сложных релетурных смесях без их предварительного разделения.

Данное сообщение вытекает из результатов наших экспериментальных и теоретических исследований по химической кинетике, которые проводятся на протяжении многих лет на кафедре общей, физической и коллоидной химии.